



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 038 447 B3 2007.01.25

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 038 447.1

(22) Anmeldetag: 03.08.2005

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25.01.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F01C 9/00** (2006.01)  
**F01C 1/063** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
Hüttlin, Herbert, Dr. h.c., 79539 Lörrach, DE

(74) Vertreter:  
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

(72) Erfinder:  
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

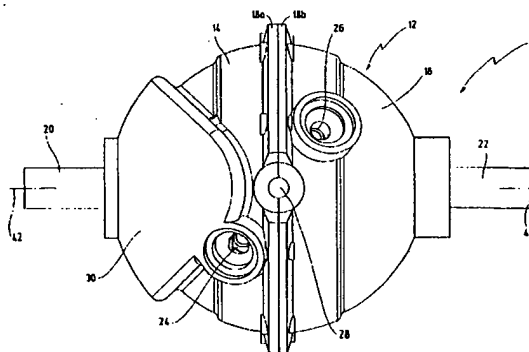
US 30 75 506

WO 05/0 64 119 A1

WO 03/0 67 033 A1

(54) Bezeichnung: **Schwenkkolbenmaschine**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Schwenkkolbenmaschine beschrieben, mit einem Gehäuse (12), das eine zumindest näherungsweise kugelförmige Innenwand (32) aufweist, und mit zumindest zwei Kolben (34, 36), die gemeinsam in dem Gehäuse (12) um eine gehäusefeste Drehachse (42) umlaufen können, und beim Umlaufen um die Drehachse (42) hin- und hergehende Schwenkbewegungen um zumindest eine zur Drehachse (42) senkrechte Schwenkachse (44) ausführen, wobei die Schwenkbewegungen der beiden Kolben (34, 36) gegensinnig zueinander gerichtet sind, und wobei die beiden Kolben (34, 36) jeweils eine Endfläche (46, 48) aufweisen, die einander zugewandt sind und jeweils ein stimseitiges Ende einer Arbeitskammer (54) definieren, die vollständig außerhalb der Drehachse (42) angeordnet ist und umfänglich durch eine Arbeitskammerwand (58) begrenzt ist. Die durch die beiden Endflächen (46, 48) der beiden Kolben (34, 36) und die Arbeitskammerwand (58) gebildete Arbeitskammer (54) und die Kolben (34, 36) weisen zumindest im Bereich ihrer der Arbeitskammer (54) zugewandten Enden die Form eines Ringwulstabschnitts auf.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schwenkkolbenmaschine, mit einem Gehäuse, das eine zumindest näherungsweise kugelförmige Innenwand aufweist, und mit zumindest zwei Kolben, die gemeinsam mit dem Gehäuse um eine gehäusefeste Drehachse umlaufen können, und beim Umlaufen um die Drehachse hin- und hergehende Schwenkbewegungen um zumindest eine zur Drehachse senkrechte Schwenkachse ausführen, wobei die Schwenkbewegungen der beiden Kolben gegensinnig zueinander gerichtet sind, und wobei die beiden Kolben jeweils eine Endfläche aufweisen, die einander zugewandt sind und jeweils ein stirnseitiges Ende einer Arbeitskammer definieren, die vollständig außerhalb der Drehachse angeordnet ist und umfänglich durch eine Arbeitskammerwand begrenzt ist.

## Stand der Technik

**[0002]** Ein solche Schwenkkolbenmaschine ist aus dem Dokument WO 03/067033 A1 bekannt.

**[0003]** Eine Schwenkkolbenmaschine dieser Art kann insbesondere als Brennkraftmaschine verwendet werden. Im Fall der Verwendung der Schwenkkolbenmaschine als Brennkraftmaschine werden die einzelnen Arbeitstakte des Einlassens, Verdichtens, Zündens, Expandierens und Ausstoßens des Verbrennungsgemisches durch hin- und hergehende Schwenkbewegungen der zumindest zwei Kolben zwischen zwei Endstellungen vermittelt.

**[0004]** Die Schwenkkolben laufen dabei in dem Gehäuse um eine gemeinsame gehäusefeste Drehachse um, wobei die Umlaufbewegung der Kolben als Drehbewegung einer Abtriebswelle abgegriffen werden kann. Beim Umlaufen der Schwenkkolben in dem Gehäuse führen die Schwenkkolben die erwähnten hin- und hergehenden Schwenkbewegungen aus.

**[0005]** Die bekannte Schwenkkolbenmaschine weist ein Gehäuse auf, das innenseitig kugelförmig ausgebildet ist, wobei die jeweilige Schwenkachse der Kolben durch eine gemeinsame Schwenkachse gebildet ist, die durch die Gehäusemitte senkrecht zur Drehachse verläuft.

**[0006]** Die bekannte Schwenkkolbenmaschine weist insgesamt vier Kolben auf, von denen jeweils zwei bezüglich der Schwenkachse diametral gegenüberliegend zu einem Doppelkolben starr miteinander verbunden sind, wobei zwischen den beiden Kolben eines Kolbenpaares ein Lagerabschnitt vorhanden ist, der durch einen schmalen Lagerring gebildet ist. Beide Kolbenpaare sind über ihren jeweiligen Lagerring auf einem Achszapfen, der die Schwenkachse bildet, über Kreuz bezüglich der Schwenkachse

verschwenkbar gelagert. Die Lagerringe der Kolbenpaare sitzen voneinander beabstandet etwa an Enden des Achszapfens, wobei zwischen den beiden Lagerringen ein weiterer Ring auf dem Achszapfen sitzt, an dem die Abtriebswelle befestigt ist. Des Weiteren ist an jedem Kolbenpaar dem jeweiligen Lagerabschnitt gegenüberliegend ein Seitenwandabschnitt für beide Kolben des Paares zur seitlichen Begrenzung der zwei Arbeitskammern der Schwenkkolbenmaschine angeordnet, wobei der Seitenwandabschnitt eine der Arbeitskammer zugewandte gerade Fläche aufweist, die vollständig senkrecht zur Schwenkachse steht.

**[0007]** Die beiden Arbeitskammern der bekannten Schwenkkolbenmaschine weisen jeweils die Form eines Kugelkeils auf. Die Kolben selbst weisen ebenfalls die Form von Kugelkeilen auf. Obwohl die bekannte Schwenkkolbenmaschine im Falle der Verwendung als Brennkraftmaschine gute Laufeigenschaften zeigt, besteht eine Schwierigkeit darin, die Arbeitskammern, in denen im Fall der Verwendung der Schwenkkolbenmaschine ein Brennstoff-Luft-Gemisch unter hohem Druck gezündet und expandiert wird, zuverlässig abzudichten. Aufgrund der kugelkeilförmigen Ausgestaltung der Kolben müssen speziell an diese Form angepasste Dichtungen verwendet werden, deren Dichtungseigenschaften jedoch nicht einfach zu beherrschen sind. Des Weiteren ist auch die Zündung und Expansion eines Brennstoff-Luft-Gemischs in einer kugelkeilförmigen Arbeitskammer nicht optimal, was den Wirkungsgrad der Schwenkkolbenmaschine beeinträchtigt.

**[0008]** Eine weitere mit der zuvor beschriebenen bekannten Schwenkkolbenmaschine vergleichbare Schwenkkolbenmaschine ist aus dem Dokument WO 2005/064119 A1 bekannt. Auch bei dieser Schwenkkolbenmaschine sind die Arbeitskammern und die Kolben kugelkeilförmig ausgebildet, wobei bei dieser Schwenkkolbenmaschine die einander zugewandten Endflächen der Kolben eines Kolbenpaares auf ihrer der Schwenkachse zugewandten Seite konkav abgerundet sind, wodurch das zuvor beschriebene Problem zwar abgemildert, jedoch nicht vollständig beseitigt ist.

**[0009]** Eine weitere Schwenkkolbenmaschine der eingangs genannten Art ist aus dem Dokument US-A-3 075 506 bekannt, die derjenigen aus WO 03/067033 ähnlich ist.

## Aufgabenstellung

**[0010]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schwenkkolbenmaschine der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass die vorstehend genannten Nachteile vermieden werden. Insbesondere soll die Schwenkkolbenmaschine so aufgebaut sein, dass mit konstruktiv einfachen Maß-

nahmen eine zuverlässige Abdichtung der zumindest einen Arbeitskammer ermöglicht wird und dass der Wirkungsgrad im Fall der Verwendung als Brennkraftmaschine verbessert wird.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich der eingangs genannten Schwenkkolbenmaschine dadurch gelöst, dass die durch die beiden Endflächen der beiden Kolben und die Arbeitskammerwand gebildete Arbeitskammer und die Kolben zumindest im Bereich ihres der Arbeitskammer zugewandten Endes die Form eines Ringwulstabschnitts aufweisen.

**[0012]** Die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine löst sich somit von dem bisherigen Konzept derartiger Schwenkkolbenmaschinen, die zumindest eine Arbeitskammer kugelkeilförmig zu gestalten, indem bei der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine die zumindest eine Arbeitskammer die Form eines Abschnitts einer Ringwulst aufweist.

**[0013]** Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist unter einer Ringwulstabschnittform auch eine Rohrbogenform oder eine Torusabschnittform zu verstehen, wobei jedoch im Unterschied zur mathematischen Definition eines Torus auch ein nicht-kreisförmiger Querschnitt der Arbeitskammer möglich ist.

**[0014]** Die Ausgestaltung der zumindest einen Arbeitskammer in Form eines Ringwulstabschnitts hat gegenüber den bekannten Schwenkkolbenmaschinen den Vorteil, dass die zumindest eine Arbeitskammer der Form eines Zylinders eines klassischen Hubkolbenmotors angenähert ist, so dass bezüglich der Dichtungsproblematik auf bewährte Konzepte aus dem Bereich der Hubkolbenmotoren zurückgegriffen werden kann.

**[0015]** Die Ringwulstform ist gegenüber der Kugelkeilform auch besser für den Verbrennungsvorgang, der in der Arbeitskammer stattfindet, geeignet, weil auch diesbezüglich die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine einem klassischen Hubkolbenmotor eher angenähert ist als die bekannten Schwenkkolbenmaschinen.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Krümmung der Arbeitskammer und/oder der Kolben konzentrisch zur Schwenkachse.

**[0017]** Der Vorteil dieser Maßnahme besteht darin, dass eine konzentrische Krümmung der Arbeitskammer und/oder der Kolben optimal an die Kugelgeometrie des Gehäuses der Schwenkkolbenmaschine angepasst ist. Somit wird bei kompakter Bauweise der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine der innerhalb des Gehäuses zur Verfügung stehende Raum optimal für die zumindest eine Arbeitskammer ausgenutzt.

**[0018]** In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung ist/sind die Arbeitskammer und/oder die Kolben zumindest im Bereich ihrer der Arbeitskammer zugewandten Endfläche im Querschnitt senkrecht zur Richtung der Schwenkbewegung der Kolben kreisförmig.

**[0019]** Diese besonders bevorzugte Ausgestaltung hat nun den Vorteil, dass die Kolben mit kreisförmigen Dichtungen versehen werden können, so dass bei dieser Ausgestaltung auf die langjährigen Erfahrungen aus dem Bereich der Hubkolbenmotoren zurückgegriffen werden kann. In dieser Ausgestaltung ist die zumindest eine Arbeitskammer mit einem Zylinder eines klassischen Hubkolbenmotors bis auf die Krümmung der Arbeitskammer um die Schwenkachse identisch.

**[0020]** Alternativ zur im Querschnitt kreisförmigen Ausgestaltung der zumindest einen Arbeitskammer und/oder der Kolben kann jedoch auch vorgesehen sein, die Arbeitskammer und/oder die Kolben im Querschnitt senkrecht zur Richtung der Schwenkbewegung der Kolben ellipsenförmig auszugestalten.

**[0021]** Ein Vorteil dieser Maßnahme kann darin gesehen werden, dass die Arbeitskammer in Richtung um die Drehachse größer dimensioniert werden kann als bei einer kreisförmigen Ausgestaltung. Es sind auch andere Geometrien als kreisförmig oder ellipsenförmig denkbar, beispielsweise kann die Arbeitskammer und/oder können die Kolben im Querschnitt an einer Seite eine konvexe und auf der gegenüberliegenden Seite eine konkave Form aufweisen.

**[0022]** In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung sind die beiden Kolben um dieselbe Schwenkachse verschwenkbar.

**[0023]** Diese Ausgestaltung hat den Vorteil eines konstruktiv einfachen Aufbaus, da für die beiden Kolben nur eine Lagerachse für die Schwenkbewegungen um die Schwenkachse vorgesehen werden muss.

**[0024]** In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung ist der eine Kolben mit einem ersten um die Schwenkachse drehbaren Kolbenteller und der andere Kolben mit einem zweiten um die Schwenkachse drehbaren Kolbenteller verbunden, wobei der erste und der zweite Kolbenteller bezüglich der Schwenkachse relativ zueinander beweglich sind.

**[0025]** Die beiden Kolben sind mit den ihnen jeweils zugeordneten Kolbentellern vorzugsweise verschraubt und/oder verklebt, so dass die Anordnung aus Kolbenteller und Kolben eine einstückige Einheit bildet. Ein durch die Gehäusemitte verlaufender Achszapfen wie bei den bekannten Schwenkkolbenmaschinen zur schwenkbaren Lagerung der Kolben

wird auf diese Weise eingespart, was den Vorteil hat, dass die durch die beiden Kolben definierte Arbeitskammer näher zur Gehäusemitte reichen kann als bei den bekannten Schwenkkolbenmaschinen.

**[0026]** Dabei ist es insbesondere bevorzugt, wenn der erste und der zweite Kolbenteller zusammen einen Teil der Arbeitskammerwand bilden.

**[0027]** Entsprechend sind also der erste und der zweite Teller so geformt, dass sie einen Teil der Ringwulstabschnittform bilden. Die beiden Teller übernehmen somit nicht nur die Funktion der verschwenkbaren Lagerung der Kolben um die Schwenkachse, sondern gleichzeitig die Funktion der Ausbildung der Arbeitskammerwand, was den Vorteil einer weiteren Vereinfachung des Aufbaus der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine hat.

**[0028]** In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung sind in dem Gehäuse zwei weitere Kolben angeordnet und laufen mit den beiden anderen Kolben gemeinsam um die Drehachse um, wobei zwischen zwei einander gegenüberliegenden Endflächen der beiden weiteren Kolben eine zweite Arbeitskammer gebildet ist, die der anderen Arbeitskammer bezüglich der Drehachse bzw. der Schwenkachse diametral gegenüberliegt.

**[0029]** In dieser Ausgestaltung besitzt die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine ebenfalls vier Kolben wie die bekannten Schwenkkolbenmaschinen, jedoch mit dem Unterschied, dass die beiden Arbeitskammern der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine jeweils die Form eines Ringwulstabschnitts oder Rohrbogens aufweisen.

**[0030]** Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang bevorzugt, wenn die vier Kolben um dieselbe Schwenkachse verschwenkbar sind.

**[0031]** Insgesamt wird der konstruktive Aufbau der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine in dieser Ausgestaltung mit vier Kolben gegenüber einer Ausgestaltung mit zwei Kolben nicht erhöht, wobei jedoch im Unterschied zu einer Ausgestaltung mit zwei Kolben die Massenausgeglichenheit und das Gesamtarbeitskammervolumen vergrößert ist.

**[0032]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind die vier Kolben so angeordnet, dass sich die beiden Arbeitskammern aufgrund der Schwenkbewegungen der Kolben gleichsinnig vergrößern und verkleinern.

**[0033]** Der Vorteil dieser Maßnahme besteht darin, dass bei jeder vollen Umdrehung der Kolben um die Drehachse zwei Arbeitstakte des Expandierens (Arbeitens) stattfinden, so dass die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine bereits in der Ausgestal-

tung mit vier Kolben selbstlaufend ist, und nicht mit einer zweiten entsprechenden Schwenkkolbenmaschine gekoppelt werden muss. Letzteres kann jedoch ebenfalls vorgesehen sein, um beispielsweise einen Motor mit mehr als zwei Arbeitskammern zu realisieren.

**[0034]** Im Zusammenhang mit der zuvor genannten Ausgestaltung, wonach den beiden ersten Kolben ein erster und ein zweiter Kolbenteller zur Lagerung um die Schwenkachse zugeordnet ist, ist es weiter bevorzugt, wenn einer der beiden weiteren Kolben mit dem ersten Kolbenteller verbunden ist und dem mit dem ersten Kolbenteller ebenfalls verbundenen Kolben bezüglich der Schwenkachse diametral gegenüberliegt, und wenn der andere der beiden weiteren Kolben mit dem zweiten Kolbenteller verbunden ist und dem mit dem zweiten Kolbenteller ebenfalls verbundenen Kolben bezüglich der Schwenkachse diametral gegenüberliegt.

**[0035]** Bei dieser Ausgestaltung sind mit dem ersten Kolbenteller und dem zweiten Kolbenteller somit jeweils zwei Kolben verbunden, insbesondere starr verbunden, wodurch für die Lagerung der vier Kolben und zur Herbeiführung der Schwenkbewegungen um die Schwenkachse insgesamt nur zwei Kolbenteller benötigt werden, was den konstruktiven Aufwand der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine gering hält.

**[0036]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist an den beiden Arbeitskammern abgewandten Stirnseiten jeweils benachbarter Kolben jeweils eine weitere Kammer ausgebildet, die gegen die Arbeitskammern abgedichtet sind und sich gegensinnig zu den Arbeitskammern aufgrund der Schwenkbewegung der Kolben verkleinern und vergrößern und als Vordruckkammern dienen.

**[0037]** Diese an sich bekannte Maßnahme hat den Vorteil, dass auch die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine mit einem Selbstaufladungseffekt ausgebildet werden kann, so dass keine externe Aufladung erforderlich ist. Die in den beiden Kammern eingeführte Frischluft wird aufgrund der Schwenkbewegung der Kolben, während sich die beiden Arbeitskammern vergrößern, komprimiert, und wird dann auf geeignete Weise in eine der Arbeitskammern geleitet.

**[0038]** Hierzu ist es bevorzugt, wenn die Kammern mit jeweils einer der beiden Arbeitskammern über in den Kolben angeordneten Ventilen kommunizieren können, um in den Kammern vorkomprimierte Luft in die jeweilige Arbeitskammer zu injizieren.

**[0039]** Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die Kommunikation zwischen den beiden Kammern und jeweils einer der beiden Arbeitskammern ohne

außenseitig am Gehäuse vorgesehene Leitungen erfolgt, wodurch eine kompakte Bauweise der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine gewährleistet ist.

**[0040]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind die Kolben in einem Kolbenkäfig aufgenommen, dessen der Innenwand des Gehäuses zugewandte Außenseite im Wesentlichen geschlossen und kugelförmig ausgebildet ist, wobei die Kolben bezüglich der Drehachse relativ zum Kolbenkäfig unbeweglich und bezüglich der Schwenkachse relativ zum Kolbenkäfig beweglich sind.

**[0041]** Diese Ausgestaltung unterscheidet sich grundsätzlich von der Ausgestaltung der bekannten Schwenkkolbenmaschine dadurch, dass hier der Kolbenkäfig die eigentliche Einhäusung der Kolben übernimmt, so dass die Rotationsbewegung um die Drehachse lediglich zwischen der Außenseite des Kolbenkäfigs und der Innenwand des Gehäuses erfolgt. Dem gegenüber finden die hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben um die Schwenkachse lediglich an der Innenwandung des kugelförmigen Kolbenkäfigs statt. Somit sind auch die Arbeitskammern und ggf. die beiden zusätzlich vorgesehenen Kammern auf den Kolbenrückseiten vollständig innerhalb des Kolbenkäfigs angeordnet.

**[0042]** Damit eröffnet sich im Zusammenhang mit einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung, wonach in einer Wand des Kolbenkäfigs Öffnungen vorhanden sind, die beim Umlaufen des Kolbenkäfigs um die Drehachse Öffnungen im Gehäuse wechselweise freigeben und verschließen, der weitere Vorteil, dass auf extern gesteuerte Ventile in der Gehäusewand verzichtet werden kann, um beispielsweise Frischluft in die Arbeitskammern zuzuführen, oder um eine Öffnung für den Zündfunken einer oder mehrerer Zündkerzen freizugeben und wieder zu verschließen. Anstatt mit aufwändigen extern gesteuerten Ventilen kann durch diese Ausgestaltung vorteilhafterweise mit einfachen Radialdichtungen gearbeitet werden, die in den Öffnungen des Kolbenkäfigs angeordnet sind und ggfs. federunterstützt sind. Des Weiteren kann auf diese Weise auch das Ausstoßen verbrannten Brennstoff-Luft-Gemisches über die Rotationsbewegung des Kolbenkäfigs gesteuert werden.

**[0043]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung bildet ein Teil einer dem Kolben zugewandten Innenseite des Kolbenkäfigs einen Teil der Arbeitskammerwand der zumindest einen Arbeitskammer.

**[0044]** Diese Maßnahme hat wiederum den Vorteil, dass die erfindungsgemäße Schwenkkolbenmaschine mit wenigen Teilen und einfach aufgebaut werden kann, indem der Kolbenkäfig gleichzeitig die Funktion der Ausbildung eines Teils der Arbeitskammerwand der zumindest einen Arbeitskammer bzw. im Fall von

vier Kolben der beiden Arbeitskammern übernimmt. Vorzugsweise bildet ein Innenwandbereich des Kolbenkäfigs zusammen mit den Kolbentellern die Arbeitskammerwand.

**[0045]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist der Kolbenkäfig zumindest eine Welle auf, die konzentrisch zur Drehachse angeordnet ist und sich von der Außenseite des Kolbenkäfigs aus dem Gehäuse heraus erstreckt.

**[0046]** Über die Welle kann dann auf konstruktiv vorteilhaft einfache Weise die Rotationsbewegung des Kolbenkäfigs als Drehbewegung zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges beispielsweise abgegriffen werden.

**[0047]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist zur Ableitung der Schwenkbewegung der Kolben aus deren Umlaufbewegung um die Drehachse ein Steuermechanismus vorhanden, der zumindest ein kolbenfestes Laufglied aufweist, das in einer gehäusesfesten Steuerkurve geführt ist.

**[0048]** Ein solcher Steuermechanismus ist bei den bekannten Schwenkkolbenmaschinen bereits vorgesehen, der sich auch bei der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine in Verbindung mit der Ausgestaltung ringwulstförmiger bzw. rohrbogenförmiger Arbeitskammern vorteilhaft einsetzen lässt.

**[0049]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das gehäusesfeste Laufglied mit einem der Kolben über einen Achszapfen verbunden, der durch eine langlochförmige Öffnung im Kolbenkäfig hindurchragt.

**[0050]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist das Laufglied zwei in radialer Richtung bezüglich der Drehachse benachbarte kugelschichtförmige Laufrollen auf, die unterschiedliche maximale Durchmesser aufweisen, wobei die Steuerkurve entsprechend zwei zu den Laufrollen komplementäre in radialer Richtung benachbarte Steuerkurvenabschnitte aufweist.

**[0051]** Die bekannten Schwenkkolbenmaschinen weisen dem gegenüber Laufrollen auf, die zylindrisch oder konisch ausgebildet sind. Die kugelschichtförmige und somit außenseitig runde Ausgestaltung der Laufrollen der erfindungsgemäßen Schwenkkolbenmaschine hat jedoch den Vorteil, dass die beim Arbeiten der Schwenkkolbenmaschine auftretenden Explosionskräfte besser über die Laufrollen auf die Steuerkurve übertragen und von dieser aufgenommen werden können, weil die runde Form der Laufrollen besser an die Kugelgeometrie der Maschine angepasst ist.

**[0052]** Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich

aus der nachfolgenden Beschreibung und der beige-fügten Zeichnung.

[0053] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

#### Ausführungsbeispiel

[0054] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird mit Bezug auf diese hiernach näher beschrieben.

[0055] Es zeigen:

[0056] Fig. 1 eine Schwenkkolbenmaschine in einer perspektivischen Gesamtdarstellung mit geschlossenem Gehäuse;

[0057] Fig. 2 die Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 in perspektivischer Darstellung, wobei das Gehäuse in teilweiser Schnittdarstellung in zwei Schnitten entlang zweier zueinander senkrecht stehenden Ebenen dargestellt ist;

[0058] Fig. 3 eine im Wesentlichen ebene Schnittdarstellung der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 in einer ersten Endstellung (OT-Stellung) der Kolben der Schwenkkolbenmaschine;

[0059] Fig. 4 die Schwenkkolbenmaschine in einer Schnittdarstellung ähnlich zu Fig. 3, jedoch in einer zweiten Endstellung (UT-Stellung) der Kolben der Schwenkkolbenmaschine;

[0060] Fig. 5 eine weitere perspektivische und teilweise geschnittene Darstellung der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1, wobei die Kolben in ihrer UT-Stellung dargestellt sind;

[0061] Fig. 6a und b) zwei Kolben und ein den beiden Kolben zugeordneter Kolbenteller, wobei Fig. 6a) die Kolben und den Kolbenteller in Explosionsdarstellung und Fig. 6b) dieselbe Anordnung im fertig montierten Zustand zeigt;

[0062] Fig. 7 eine Darstellung der Anordnung aus vier Kolben mit zwei Kolbentellern in einer Explosionsdarstellung;

[0063] Fig. 8 eine weitere Schnittdarstellung der Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1 mit einer abgenommenen Gehäusehälfte;

[0064] Fig. 9 die Anordnung aus Kolben, Kolbentellern und Teilen des Kolbenkäfigs in perspektivischer Darstellung;

[0065] Fig. 10 die Anordnung in Fig. 9 in einer um etwa 90° gedrehten Darstellung und zusätzlich mit einer Gehäusehälfte;

[0066] Fig. 11 eine Explosionsdarstellung der gesamten Schwenkkolbenmaschine in Fig. 1; und

[0067] Fig. 12 eine perspektivische Gesamtdarstellung des Kolbenkäfigs mit den darin aufgenommenen Kolben.

[0068] In Fig. 1 bis Fig. 5, Fig. 8, Fig. 10 und Fig. 11 ist eine mit dem allgemeinen Bezugszeichen 10 versehene Schwenkkolbenmaschine jeweils in einer Gesamtdarstellung gezeigt. Weitere Einzelheiten bzw. Einzelteile der Schwenkkolbenmaschine 10 sind in den Fig. 6 und Fig. 7 sowie Fig. 9 und Fig. 12 dargestellt.

[0069] Die Schwenkkolbenmaschine 10 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Brennkraftmaschine ausgestaltet. Neben einer Verwendung der Schwenkkolbenmaschine 10 als Brennkraftmaschine ist jedoch auch mit geringfügigen Modifikationen eine Verwendung der Schwenkkolbenmaschine 10 als Kompressor, Pumpe oder dergleichen denkbar.

[0070] Gemäß Fig. 1 weist die Schwenkkolbenmaschine 10 ein Gehäuse 12 auf, das im Wesentlichen Kugelsymmetrie besitzt. Das Gehäuse 12 ist aus einer Gehäusehälfte 14 und einer Gehäusehälfte 16 zusammengesetzt, die über Gehäuseflansche 18a und 18b durch eine Verschraubung lösbar miteinander verbunden sind.

[0071] Die Schwenkkolbenmaschine 10 weist eine Welle 20 sowie eine Welle 22 auf, die aus dem Gehäuse 12 beidseitig herausragen. Anstelle zweier Wellen 20 und 22 kann jedoch auch nur eine der Wellen 20 oder 22 vorgesehen sein. Die Wellen 20 und 22 dienen als Abtriebs- oder Antriebswellen, je nach der Verwendung der Schwenkkolbenmaschine 10.

[0072] Im Gehäuse 12 sind ferner mehrere Öffnungsquerschnitte vorgesehen, und zwar zwei Frischluft-Ansaugquerschnitte 24 und 26, über die Frischluft in das Innere des Gehäuses 12 für den Verbrennungsvorgang eingelassen werden kann. Des Weiteren ist ein Ausstoßquerschnitt 28 vorgesehen, über den verbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch wieder ausgestoßen werden kann.

[0073] Das Gehäuse 12 weist ferner einen erhabenen Bereich 30 auf, der einstückig an dem Gehäuse 12 ausgebildet ist, und in dessen Inneren eine Steuerkurve in Form einer Nut ausgespart ist, die Bestandteil eines Steuermechanismus der Schwenkkolbenmaschine 10 ist, und der später noch näher beschrieben wird.

[0074] In **Fig. 2** bis **Fig. 5** ist das Gehäuse 12 geschnitten dargestellt, so dass der Innenraum des Gehäuses 12 zu sehen ist. In **Fig. 8** und **Fig. 10** ist eine Gehäusehälfte abgenommen.

[0075] Eine Innenwand 32 des Gehäuses 12 ist kugelförmig ausgebildet.

[0076] In dem Gehäuse 12 sind zumindest zwei, in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vier Kolben angeordnet, und zwar ein erster Kolben 34, ein zweiter Kolben 36, ein dritter Kolben 38 und ein vierter Kolben 40.

[0077] Die Kolben 34 bis 40 können in dem Gehäuse 12 um eine gehäusefeste Drehachse 42 umlaufen, die als geometrische Achse zu verstehen ist. Die Wellen 20 und 22 sind konzentrisch zu der Drehachse 42 angeordnet. Die vier Kolben 34 bis 40 laufen um die Drehachse 42 gemeinsam um, das heißt verändern ihre Relativposition zueinander bezüglich der Drehachse 42 beim Umlaufen nicht.

[0078] Beim Umlaufen um die Drehachse 42 führen die Kolben 34 bis 40 hin- und hergehende Schwenkbewegungen um wiederum eine allen Kolben 34 bis 40 gemeinsame Schwenkachse 44 aus, die senkrecht zur Drehachse 42 verläuft. Die Schwenkachse 44 und die Drehachse 42 schneiden sich im Kugelmittelpunkt des Gehäuses 12. Die Schwenkachse 44, die ebenfalls als geometrische Achse zu verstehen ist, rotiert mit den Kolben 34 bis 40 um die Drehachse 42 herum mit, ändert also ihre räumliche Lage im Betrieb der Schwenkkolbenmaschine 10.

[0079] Von den vier Kolben 34 bis 40 bilden jeweils zwei Kolben ein Kolbenpaar, und zwar sind dies die Kolben 34 und 36 einerseits und die Kolben 38 und 40 andererseits.

[0080] Die Kolben 34 und 36, die das erste Kolbenpaar bilden, führen beim Umlaufen um die Drehachse 42 gegensinnig zueinander gerichtete Schwenkbewegungen aus, das heißt wenn der Kolben 34 um die Schwenkachse 44 im Uhrzeigersinn verschwenkt, verschwenkt der Kolben 36 im Gegenuhrzeigersinn. Das Gleiche gilt für die Kolben 38 und 40, die das zweite Kolbenpaar bilden.

[0081] Jeder der Kolben 34 bis 40 weist eine Endfläche auf, und zwar der Kolben 34 eine Endfläche 46, der Kolben 36 eine Endfläche 48, der Kolben 38 eine Endfläche 50 und der Kolben 40 eine Endfläche 52.

[0082] Jeweils einander zugewandte Endflächen, das sind die Endflächen 46 und 48 der Kolben 34 und 36 einerseits und die Endflächen 50 und 52 der Kolben 38 und 40 andererseits, definieren jeweils eine Arbeitskammer 54 bzw. 56, die bezüglich der Schwenkachse 44 bzw. der Drehachse 42 diametral

gegenüberliegend angeordnet sind. Die Arbeitskammern 54 und 56, die voneinander vollständig getrennt und abgedichtet sind, dienen als Räume für einen Carnot-Kreisprozess eines Verbrennungsvorgangs. In den Arbeitskammern 54 und 56 wird entsprechend ein Brennstoff-Luft-Gemisch eingelassen, verdichtet, gezündet und expandiert und wieder ausgestoßen, wobei die zuvor genannten einzelnen Takte in den Arbeitskammern 54 und 56 um 180° versetzt zueinander ablaufen, das heißt, wenn beispielsweise in der Arbeitskammer 54 eingelassenes Brennstoff-Luft-Gemisch verdichtet wird, wird in der Arbeitskammer 56 verbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch ausgestoßen.

[0083] Die Arbeitskammern 54 und 56 sind vollständig außerhalb der Drehachse 42 angeordnet, und zwar verläuft eine gedachte Linie, die durch die Mitte der Arbeitskammern 54 und 56 sowie durch den Gehäusemittelpunkt hindurchläuft, senkrecht zur Drehachse 42.

[0084] Die Arbeitskammer 54 ist stirnseitig durch die Endflächen 46 und 48 der Kolben 34 und 36 begrenzt, und die Arbeitskammer 56 ist stirnseitig durch die Endflächen 50 und 52 der Kolben 38 und 40 begrenzt.

[0085] Umfänglich wird die Arbeitskammer 54 durch eine Arbeitskammerwand 58 begrenzt, während die Arbeitskammer 56 in Umfangsrichtung durch eine Arbeitskammerwand 60 begrenzt wird. Die Arbeitskammerwände 58 und 60 sind in Umfangsrichtung beispielsweise in **Fig. 4** nur hälftig dargestellt.

[0086] Die Geometrie der Endflächen 46 und 48 der Kolben 34 und 36 und die Geometrie der Arbeitskammerwand 58 ist so gewählt, dass die Arbeitskammer 54 die Form eines Ringwulstabschnitts aufweist, das heißt rohrbogenartig ausgebildet ist. Entsprechend sind auch die Kolben 34 und 36 im Bereich ihrer der Arbeitskammer 54 zugewandten Enden in Form eines Ringwulstabschnitts bzw. rohrbogenartig ausgebildet. Im Querschnitt senkrecht zur Richtung der Schwenkbewegung der Kolben 34 und 36 ist die Arbeitskammer 54 und sind die Kolben 34 und 36 kreisförmig ausgebildet, ebenso wie die Endflächen 46 und 48, wie beispielsweise aus **Fig. 2** oder **Fig. 5** hervorgeht.

[0087] Die zuvor mit Bezug auf die Arbeitskammer 54 beschriebene Geometrie gilt ebenso für die Geometrie der Arbeitskammer 56, die insoweit identisch zur Arbeitskammer 54 ausgebildet ist. Ebenso gilt die zuvor mit Bezug auf die Kolben 34 und 36 beschriebene Geometrie auch für die Kolben 38 und 40. Entsprechend der im Querschnitt kreisförmigen Ausgestaltung der Kolben 34 und 36 und entsprechend der Arbeitskammer 54 sind die Kolben 34 und 36 mit kreisförmigen Kolbenringen 62 und 64 (Kolben 34)

und kreisförmigen Kolbenringen **66** und **68** (Kolben **36**) versehen, um die Arbeitskammer **54** abzudichten. Entsprechende Kolbenringe sind für die Kolben **38** und **40** vorgesehen.

**[0088]** Die Krümmung der Arbeitskammern **54** und **56** um die Schwenkachse **44** entsprechend ihrer ringwulstförmigen bzw. rohrbogenartigen Ausgestaltung ist konzentrisch zur Schwenkachse **44**.

**[0089]** Anstelle einer im Querschnitt kreisförmigen Ausgestaltung der Arbeitskammer **54** und **56** und der Kolben **34** bis **40** im Bereich ihrer den Arbeitskammern **54** und **56** zugewandten Enden kann auch eine ellipsenförmige Ausgestaltung in Betracht kommen.

**[0090]** **Fig. 3** zeigt die Kolben **34** bis **40** in einer Endstellung, in der die Arbeitskammern **54**, **56** ihr minimales Volumen einnehmen. Dies ist die sogenannte OT-Stellung der Kolben **34** bis **40**.

**[0091]** **Fig. 4** zeigt demgegenüber eine Endstellung der Kolben **34** bis **40**, in der die Volumina der Arbeitskammern **54** und **56** maximal sind. Diese Endstellung der Kolben **34** bis **40** ist die sogenannte UT-Stellung. Beim Umlaufen der Kolben **34** bis **40** um die Drehachse **42** um  $360^\circ$  nehmen die Kolben **34** bis **40** zweimal die OT-Stellung und zweimal die UT-Stellung ein. In jeder der Arbeitskammern **54** und **56** findet somit bei einem vollen Umlauf der Kolben **34** bis **40** um die Drehachse **42** ein voller Carnot-Kreisprozess statt.

**[0092]** Mit Bezug auf die **Fig. 6** und **Fig. 7** wird nachfolgend die Lagerung der Kolben **34** bis **40** um die Schwenkachse **44** näher beschrieben.

**[0093]** Den Kolben **34** und **38** ist ein Kolbenteller **70** zugeordnet, an dem die Kolben **34** und **38** befestigt sind. Die Befestigung der Kolben **34** und **38** an dem Kolbenteller **70** wird mittels Verschraubungen in Bohrungen **71** bzw. **73** und/oder durch Verklebung der Kolben **34** und **38** mit dem Kolbenteller **70** bewerkstelligt. Gemäß **Fig. 7** ist den Kolben **36** und **40** ein weiterer Kolbenteller **72** zugeordnet, der identisch mit dem Kolbenteller **70** ausgebildet ist.

**[0094]** Die Kolben **34** und **38** sind an dem Kolbenteller **70** bezüglich der Schwenkachse **44** um  $180^\circ$  zueinander versetzt angeordnet, wobei die Endfläche **46** des Kolbens **34** und die Endfläche **50** des Kolbens **38** in Bezug auf die Schwenkachse **44** in dieselbe Richtung zeigen. Dieselbe Anordnung ist für die Endflächen **48** und **52** der Kolben **36** und **40** an dem Kolbenteller **72** getroffen, jedoch entgegengesetzt zu den Kolben **34** und **38**.

**[0095]** Die den Kolben **34** und **38** bzw. **36** und **40** zugewandte Fläche **76** (Kolbenteller **70**) und **78** (Kolbenteller **72**) ist im Querschnitt jeweils in Form etwa eines Viertelkreises ausgebildet, so dass die Flächen

**76** und **78** gemäß **Fig. 9** zusammen im Querschnitt etwa einen Halbkreis bilden. Die Flächen **76** und **78** bilden zusammen einen Teil der Arbeitskammerwand **58** bzw. der Arbeitskammerwand **60** der Arbeitskammern **54** und **56**.

**[0096]** Die Kolbenteller **70** und **72** sind um die Schwenkachse **44** im Uhrzeigersinn und im Gegen- uhrzeigersinn drehbar gelagert, wobei die beiden Kolbenteller **70** und **72** bezüglich der Schwenkachse **44** relativ zueinander gegensinnig drehend sind.

**[0097]** Um die beiden Kolbenteller **70** und **72** gehäusemittig gegeneinander abzudichten, ist ein jeweiliges dem Gehäusemittelpunkt zugewandtes Ende **80** des Kolbentellers **70** und ein dem Ende **80** zugewandtes Ende **82** des Kolbentellers **72** mit einer konkaven Ausnehmung versehen, wobei in die konkaven Ausnehmungen gemäß **Fig. 7** eine Kugel **84** eingesetzt ist, die einen Äquatorring **86** aufweist, der als Dichtung zwischen den beiden Kolbentellern **70** und **72** dient.

**[0098]** Die Kolbenteller **70** und **72** sind relativ zu der Kugel **84** um die Schwenkachse **44** gegensinnig drehbar.

**[0099]** Die Kolbenteller **70** und **72** weisen jeweils einen Lagerzapfen **88** bzw. **90** auf, über die die Kolbenteller **70** und **72** zur Bildung der Schwenkachse **44** gelagert sind, und zwar in einer jeweiligen Lagerhülse **92** bzw. **94** (**Fig. 5**), wobei ein jeweiliger Lagerspannring **96** bzw. **98** die Kolbenteller **70** und **72** zur Gehäusemitte hin verspannt. Wie aus **Fig. 5** hervorgeht, stützen sich die Lagerspannringe **96** und **98** über eine Mehrzahl von umfänglich an Ringflanschen **100** bzw. **102** der Kolbenteller **70**, **72** verteilten Druckfedern **104** bzw. **106** ab. Die Ringflansche **100** bzw. **102** sind im Querschnitt konisch geformt und bilden Dichtungsringkörper zur Abdichtung der Arbeitskammern **54** bzw. **56**.

**[0100]** Die Lagerzapfen **88** und **90** der Kolbenteller **70** und **72** sind über Kugellager **108** bzw. **110** um die Schwenkachse **44** drehbar gelagert (**Fig. 8**).

**[0101]** Die Lagerspannringe **96** und **98** sind in Form eines Kugelingsegments ausgebildet. Den äußeren Enden der Lagerzapfen **88** und **90** zugewandt ist auf den Lagerspannringen **96** und **98** jeweils eine kugelförmige Endkappe **112** bzw. **114** angeordnet, deren Außenkontur sich übergangslos an die teilkugelförmige Außenkontur der Lagerspannringe **96** und **98** anpasst.

**[0102]** Die Endkappen **112**, **114**, die Lagerspannringe **96**, **98** bilden zusammen mit zwei Kugelläquatorhalbschalen **116**, **118** einen Kolbenkäfig **120**, der in **Fig. 12** in Alleinstellung dargestellt ist. Der Kolbenkäfig **120** weist, wie aus **Fig. 12** hervorgeht, eine im We-



sentlichen geschlossene und insgesamt kugelförmige Außenseite auf, die im in das Gehäuse 12 eingebauten Zustand der Innenwand 32 des Gehäuses 12 unmittelbar benachbart ist.

[0103] Im Wesentlichen geschlossen bedeutet hier, dass der Kolbenkäfig 120 nur wenige Öffnungen aufweist, beispielsweise eine Öffnung 122, die beim Umlaufen des Kolbenkäfigs 120 um die Drehachse 42 die Öffnungen des Ausstoßquerschnitts 28 und einer entsprechenden Öffnung für die Zündkerze abwechselnd freigibt oder verschließt. Die Öffnung 122 kann beispielsweise mit einer radial wirkenden und ggf. federunterstützten Dichtung versehen sein.

[0104] Um 180° um die Drehachse 32 versetzt ist eine entsprechende Öffnung 123 (Fig. 3) im Kolbenkäfig vorhanden.

[0105] Die Kugeläquatorhalbschalen 116, 118 bilden auf ihrer Innenseite zusammen einen Teil der Arbeitskammerwände 58 und 60 aus. Insgesamt werden die Arbeitskammerwände 58 und 60 somit durch die Kolbenteller 70, 72 und die Kugeläquatorhalbschalen 116 und 118 gebildet.

[0106] Der Kolbenkäfig 120 rotiert als Ganzes in dem Gehäuse 12 um die Drehachse 42. Die Kugeläquatorhalbschalen 116, 118 tragen außerdem die beiden Wellen 20 und 22, das heißt letztere sind mit dem Kolbenkäfig 120 fest verbunden.

[0107] Auf der Außenseite des Kolbenkäfigs 120 sind vorzugsweise Kühlrippen ausgebildet (nicht dargestellt), um die Oberfläche des Kolbenkäfigs 120 für eine verbesserte Kühlung zu vergrößern. Solche Kühlrippen können durch Materialaussparungen gebildet sein, um den Außendurchmesser des Kolbenkäfigs nicht zu erhöhen. Vorzugsweise ist die Ausrichtung der Kühlrippen in Längsrichtung der Drehachse 32, so dass die zwischen dem Gehäuse 12 und dem Kolbenkäfig 120 eingebrachte Kühlluft durch die um die Drehachse 32 rotierenden Kühlrippen verwirbelt wird, wodurch die Wärmeaufnahme der Luft verbessert wird.

[0108] Nachfolgend wird beschrieben, wie die Schwenkbewegung der Kolben 34 bis 40 um die Schwenkachse 44 aus der Umlaufbewegung der Kolben 34 bis 40 um die Drehachse 42 abgeleitet wird.

[0109] Dazu ist ein Steuermechanismus vorgesehen, der zumindest ein, im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei, Laufglieder 124, 126 umfasst. Die Laufglieder 124 und 126 sind beispielsweise in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt. Das Laufglied 124 ist mit dem Kolben 34 fest verbunden, und zwar über einen Achszapfen 128, der durch ein Langloch 130 in der Kugeläquatorhalbschale 116 aus dem Kolbenkäfig 120 herausragt. Das weitere Laufglied 126 ist mit

dem Kolben 40 fest verbunden, und zwar über einen Achszapfen 132, der durch ein Langloch 134, das ebenfalls in der Kugeläquatorhalbschale 116 ausgebildet ist, aus dem Kolbenkäfig 120 herausragt.

[0110] Die Laufglieder 124, 126 laufen in einer in dem Gehäuse 12 als Nut ausgebildeten Steuerkurve 136, wobei die Steuerkurve 136 beiden Laufgliedern 124 und 126 gemeinsam zugeordnet ist. Die Steuerkurve 136 ist eine geschlossene Kurve, die konkave und konvexe Bereiche aufweist, die so ausgestaltet sind, dass beim Entlanglaufen der Laufglieder 124, 126 an der Steuerkurve 136 die Kolben 34 und 40 und über deren feste Verbindung mit den Kolbentellern 70 und 72, mit denen auch die Kolben 36 und 38 verbunden sind, die Kolben 36 und 38 um die Schwenkachse 44 hin- und hergehende Schwenkbewegungen ausführen.

[0111] Die Laufglieder 124, 126 weisen jeweils zwei in radialer Richtung bezüglich der Schwenkachse 44 benachbarte kugelschichtförmige Laufrollen 138, 140 bzw. 142, 144 auf. Die Laufrollen 138 und 140, und dasselbe gilt für die Laufrollen 142, 144, weisen unterschiedliche maximale Durchmesser auf, wobei die Steuerkurve 136 entsprechend zwei zu den Laufrollen 138, 140 bzw. 142, 144 komplementäre, in radialer Richtung benachbarte Steuerkurvenabschnitte 146, 148 aufweist, wie in Fig. 2 zu sehen ist.

[0112] Es versteht sich, dass auch die Kolben 36, 38 mit entsprechenden Laufgliedern versehen sein können, die in einer zweiten Steuerkurve laufen.

[0113] Gemäß einem weiteren Aspekt der Schwenkkolbenmaschine 10 sind in dem Gehäuse 12, genauer gesagt innerhalb des Kolbenkäfigs 120, zwei weitere Kammern 150 und 152 vorhanden, und zwar an den den beiden Arbeitskammern 54 und 56 abgewandten Stirnseiten der benachbarten Kolben 34 und 40 einerseits und der benachbarten Kolben 36 und 38 andererseits. Die Kammern 150 und 152 sind gegen die Arbeitskammern 54, 56 abgedichtet und verkleinern sich gegensinnig zu den Arbeitskammern 54, 56, wenn die Kolben 34 bis 40 um die Schwenkachse verschwenken. Wie für den Kolben 36 in Fig. 7 dargestellt ist, weisen alle Kolben 34 bis 40 auf ihren die Kammern 150, 152 begrenzten rückwärtigen Stirnflächen kavernenartige Vertiefungen 154 auf, um das Volumen der Kammern 150 und 152 durch diese kavernenartige Vertiefung 154 zu vergrößern. Des Weiteren sind die zuvor erwähnten rückwärtigen Stirnseiten der Kolben 34 bis 40 abgeseigt. Die Kugeläquatorhalbschalen 116 und 118 des Kolbenkäfigs 120 weisen in Verlängerung der Wellen 20 und 22 Fortsätze 156, 158 auf, die in Umfangsrichtung um die Schwenkachse 44 gerichtete Fortsätze 160 aufweisen, die beim Verschwenken der Kolben 34 bis 40 zur Drehachse 42 hin in die kavernenartigen Vertiefungen 154 eintauchen und so

mit die darin befindliche Luft nahezu vollständig verdrängen.

[0114] Wie bereits zuvor erwähnt, dienen die Kammern 150 und 152 als Vordruckkammern, in die von außen durch das Gehäuse 12 (Frischluft-Ansaugquerschnitte 24, 26) und den Kolbenkäfig 120 (Öffnungen 122, 123) Frischluft eingeführt wird, und zwar in beide Kammern 150 und 152 gleichzeitig, die dann in der UT-Stellung der Kolben 34 bis 40 gemäß Fig. 4 maximal komprimiert ist. In Fig. 2 und Fig. 3 sind Frischluftkanäle 172, 173 zu sehen, die sich ausgehend von den Frischluft-Ansaugquerschnitten 24 bzw. 26 in der Innenwand 32 des Gehäuses 12 in Umfangsrichtung um die Drehachse 42 erstrecken. Entgegen der Darstellung in Fig. 2 und Fig. 3 können die Frischluftkanäle 172, 173 auch eine größere Breite aufweisen. Von den Frischluftkanälen gelangt die Frischluft über Öffnungen 174 und 175 (Fig. 6) in dem Kolbenteller 70 und entsprechende Öffnungen 176, 177 in dem Kolbenteller 72 dann in die Kammern 150 bzw. 152, um diese mit Frischluft zu befluten. Diese in den Kammern 150 und 152 gleichzeitig komprimierte Luft wird dann in eine der beiden Arbeitskammern 54 und 56 injiziert, und zwar in diejenige der Arbeitskammern 54 und 56, in der gerade der Arbeitstakt des Einlassens des Brennstoffes und des anschließenden Verdichtens des Brennstoff-Luft-Gemisches stattfindet. Damit die in den Kammern 150, 152 vorkomprimierte Frischluft in die jeweilige Arbeitskammer 54 bzw. 56 injiziert werden kann, sind in die Kolben 34 bis 40 Ventile integriert, und zwar ein Ventil 162 in dem Kolben 34, ein Ventil 164 in dem Kolben 36, ein Ventil 166 in dem Kolben 38 und ein Ventil 168 in dem Kolben 40.

[0115] Die Kammern 150 und 152 dienen jedoch nicht nur ausschließlich als Vordruckkammern, sondern übernehmen auch die Funktion einer Kühlung der Schwenkkolbenmaschine 10.

[0116] Zur Schmiermittel-, insbesondere Ölzuführung zu den beweglichen Elementen, beispielsweise den Kolben 34 bis 40 (insbesondere deren Kolbenringen), den Kugellagern 108, 110 usw. sind Schmiermittelkanäle 180 und 182 beispielsweise in der Welle 20 (vgl. Fig. 5) vorgesehen, durch die das Schmiermittel in die Schwenkkolbenmaschine 10 ein- und wieder ausgeleitet wird. Um das Schmiermittel in das Zentrum der Schwenkkolbenmaschine leiten zu können, insbesondere um die Kugel 84 zwischen den Kolbentellern 70 und 72 leiten zu können, weisen die Kolbenteller 70 und 72 jeweils ebenfalls Schmiermittelkanäle 188, 190 auf, und in den Endkappen 112, 114 sind entsprechende, in der Zeichnung nicht dargestellte, Kanäle vorhanden.

### Patentansprüche

1. Schwenkkolbenmaschine, mit einem Gehäuse

(12), das eine zumindest näherungsweise kugelförmige Innenwand (32) aufweist, und mit zumindest zwei Kolben (34, 36), die gemeinsam in dem Gehäuse (12) um eine gehäusefeste Drehachse (42) umlaufen können, und beim Umlaufen um die Drehachse (42) hin- und hergehende Schwenkbewegungen um zumindest eine zur Drehachse (42) senkrechte Schwenkachse (44) ausführen, wobei die Schwenkbewegungen der beiden Kolben (34, 36) gegensinnig zueinander gerichtet sind, und wobei die beiden Kolben (34, 36) jeweils eine Endfläche (46, 48) aufweisen, die einander zugewandt sind und jeweils ein stirnseitiges Ende einer Arbeitskammer (54) definieren, die vollständig außerhalb der Drehachse (42) angeordnet ist und umfänglich durch eine Arbeitskammerwand (58) begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die beiden Endflächen (46, 48) der beiden Kolben (34, 36) und die Arbeitskammerwand (58) gebildete Arbeitskammer (54) und die Kolben (34, 36) zumindest im Bereich ihrer der Arbeitskammer (54) zugewandten Enden die Form eines Ringwulstabschnitts aufweisen.

2. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmung der Arbeitskammer (54) und/oder der Kolben (34, 36) konzentrisch zur Schwenkachse (44) ist.

3. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitskammer (54) und/oder die Kolben (34, 36) zumindest im Bereich ihrer Endfläche im Querschnitt senkrecht zur Richtung der Schwenkbewegung der Kolben (34, 36) kreisförmig ist/sind.

4. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitskammer (54) und/oder die Kolben (34, 36) im Querschnitt senkrecht zur Richtung der Schwenkbewegung der Kolben (34, 36) ellipsenförmig ist/sind.

5. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben (34, 36) um dieselbe Schwenkachse (44) verschwenkbar sind.

6. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der eine Kolben (34) mit einem ersten um die Schwenkachse (44) drehbaren Kolbenteller (70) und der andere Kolben (36) mit einem zweiten um die Schwenkachse (44) drehbaren Kolbenteller (72) verbunden ist, wobei der erste und der zweite Kolbenteller (70, 72) bezüglich der Schwenkachse (44) relativ zueinander beweglich sind.

7. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Kolbenteller (70, 72) zusammen einen Teil der Arbeitskammerwand (58) bilden.

8. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Gehäuse (12) zwei weitere Kolben (38, 40) angeordnet sind und mit den beiden anderen Kolben (34, 36) gemeinsam um die Drehachse (42) umlaufen und zwischen zwei einander gegenüberliegenden Endflächen (50, 52) eine zweite Arbeitskammer (56) bilden, die der anderen Arbeitskammer (54) bezüglich der Drehachse (42) bzw. der Schwenkachse (44) diametral gegenüberliegt.

9. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die vier Kolben (34, 36, 38, 40) um dieselbe Schwenkachse (44) verschwenkbar sind.

10. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die vier Kolben (34, 36, 38, 40) so angeordnet sind, dass sich die beiden Arbeitskammern (54, 56) aufgrund der Schwenkbewegungen der Kolben (34, 36, 38, 40) gleichsinnig vergrößern und verkleinern.

11. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10 und einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass einer der beiden weiteren Kolben (38, 40) mit dem ersten Kolbenteller (70) verbunden ist und dem mit dem ersten Kolbenteller (70) ebenfalls verbundenen Kolben (34) bezüglich der Schwenkachse (44) diametral gegenüberliegt, und dass der andere der beiden weiteren Kolben (38, 40) mit dem zweiten Kolbenteller (72) verbunden ist und dem mit dem zweiten Kolbenteller (72) ebenfalls verbundenen Kolben (36) bezüglich der Schwenkachse (44) diametral gegenüberliegt.

12. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass an den den beiden Arbeitskammern (54, 56) abgewandten Stirnseiten jeweils benachbarter Kolben (34, 40; 36, 38) jeweils eine weitere Kammer (150, 152) ausgebildet ist, die gegen die Arbeitskammern (54, 56) abgedichtet sind und sich gegensinnig zu den Arbeitskammern (54, 56) aufgrund der Schwenkbewegungen der Kolben (34, 36, 38, 40) verkleinern und vergrößern und als Vordruckkammern dienen.

13. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Kammern (150, 152) mit jeweils einer der beiden Arbeitskammern (54, 56) über in den Kolben (34, 36, 38, 40) angeordneten Ventilen (162, 164, 166, 168) kommunizieren können, um in den Kammern (150, 152) vorkomprimierte Luft in die jeweilige Arbeitskammer (54, 56) zu injizieren.

14. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben (34, 36, 38, 40) in einem Kolbenkäfig (120) aufgenommen sind, dessen der Innenwand

(32) des Gehäuses (12) zugewandte Außenseite im Wesentlichen geschlossen und kugelförmig ausgebildet ist, wobei die Kolben (34, 36, 38, 40) bezüglich der Drehachse (42) relativ zum Kolbenkäfig (120) unbeweglich und bezüglich der Schwenkachse (44) relativ zum Kolbenkäfig (120) beweglich sind.

15. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil einer den Kolben (34, 36, 38, 40) zugewandten Innenseite des Kolbenkäfigs (120) einen Teil der Arbeitskammerwand (58, 60) der zumindest einen Arbeitskammer (54, 56) bildet.

16. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Wand des Kolbenkäfigs (120) Öffnungen (122, 123) vorhanden sind, die beim Umlaufen des Kolbenkäfigs (120) um die Drehachse (42) Öffnungen im Gehäuse (12) wechselweise freigeben und verschließen.

17. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenkäfig (120) zumindest eine Welle (20, 22) aufweist, die konzentrisch zur Drehachse (42) angeordnet ist und sich von der Außenseite des Kolbenkäfigs (120) aus dem Gehäuse (12) heraus erstreckt.

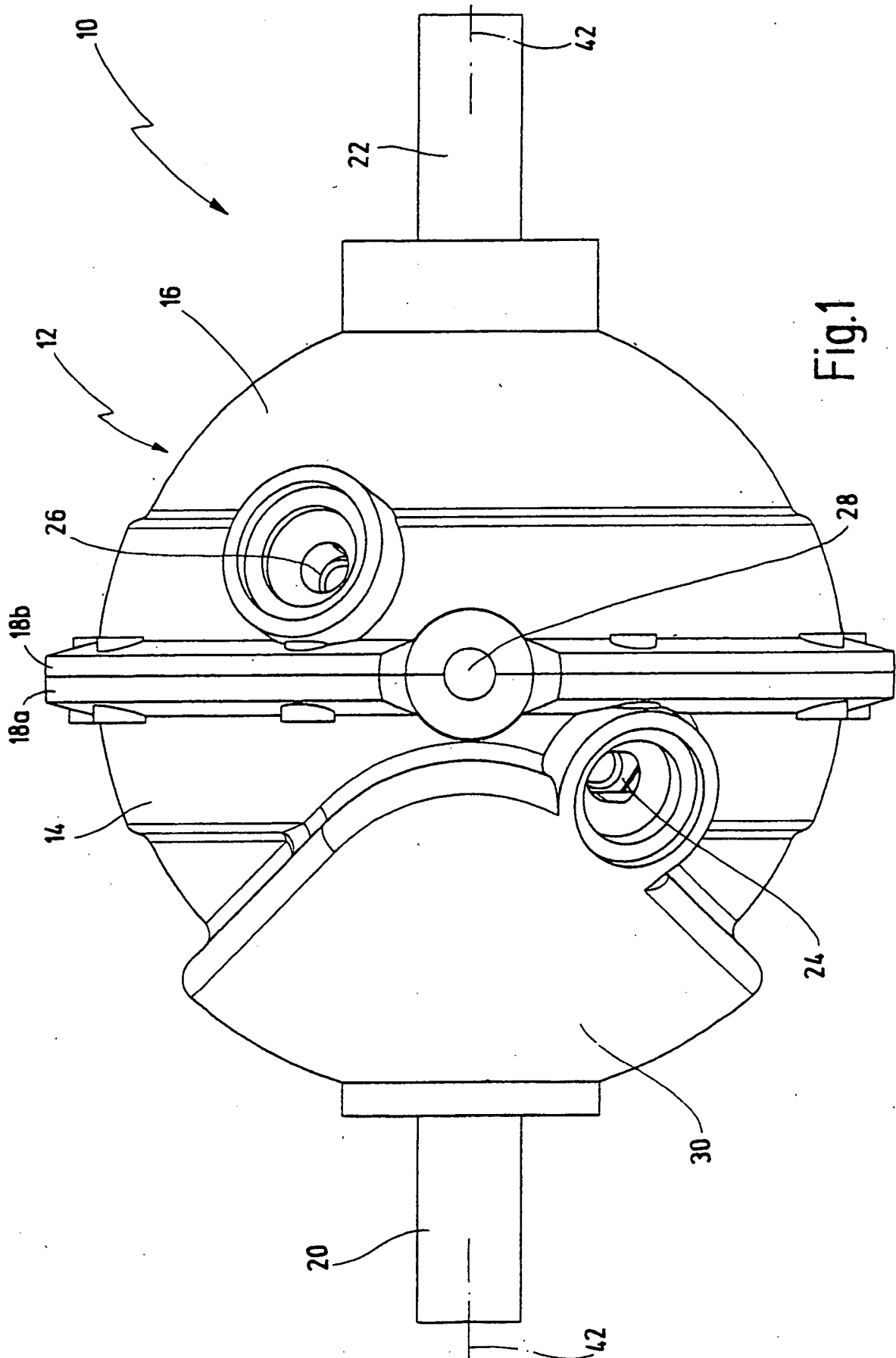
18. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ableitung der Schwenkbewegung der Kolben (34, 36, 38, 40) aus deren Umlaufbewegung um die Drehachse (42) ein Steuermechanismus vorhanden ist, der zumindest ein kolbenfestes Laufglied (124, 126) aufweist, das in einer gehäusefesten Steuerkurve (136) geführt ist.

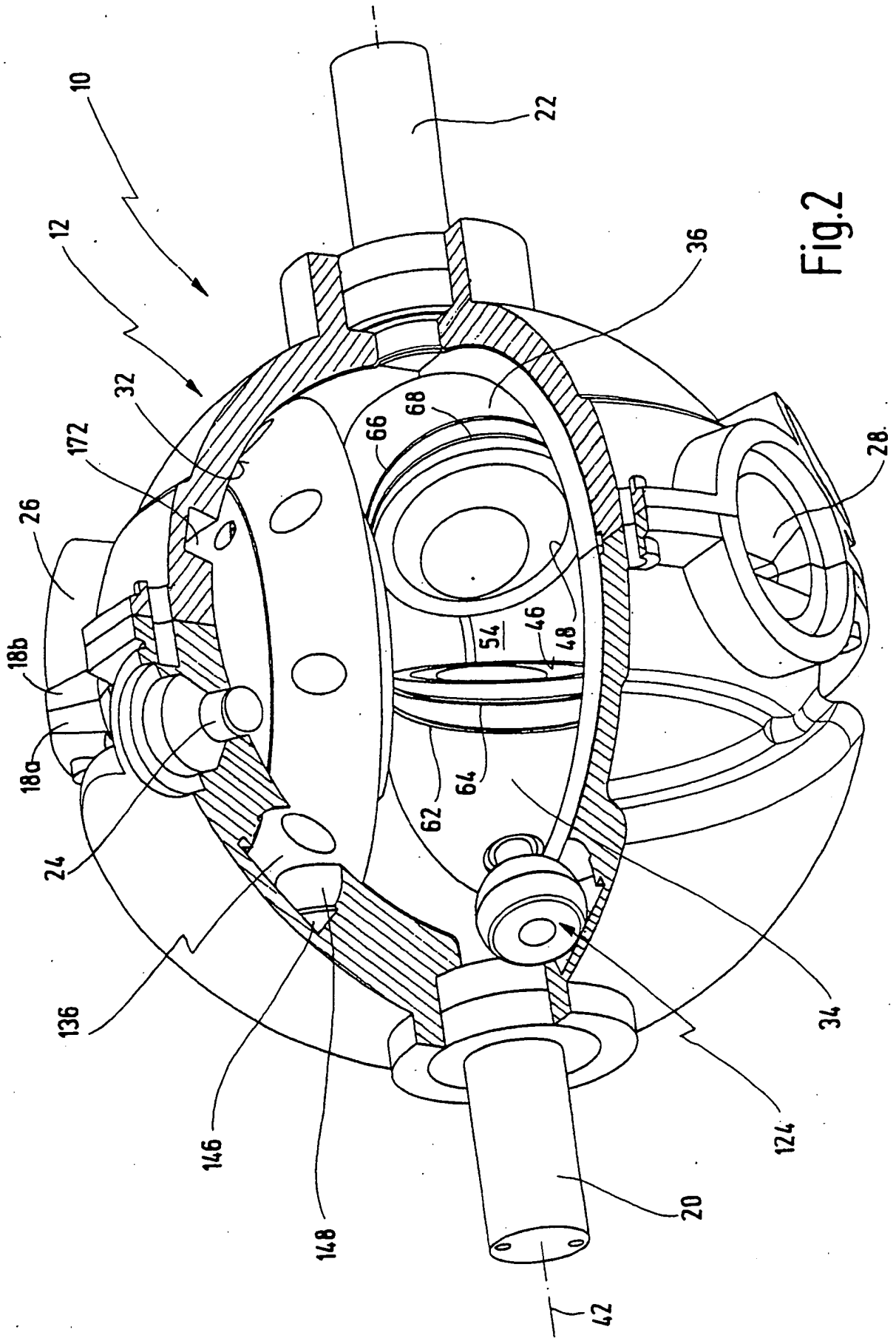
19. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 18 und einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das gehäusefeste Laufglied (124, 126) mit einem der Kolben (34, 40) über einen Achszapfen (128, 132) verbunden ist, der durch eine langlochförmige Öffnung (130, 134) im Kolbenkäfig hindurchragt.

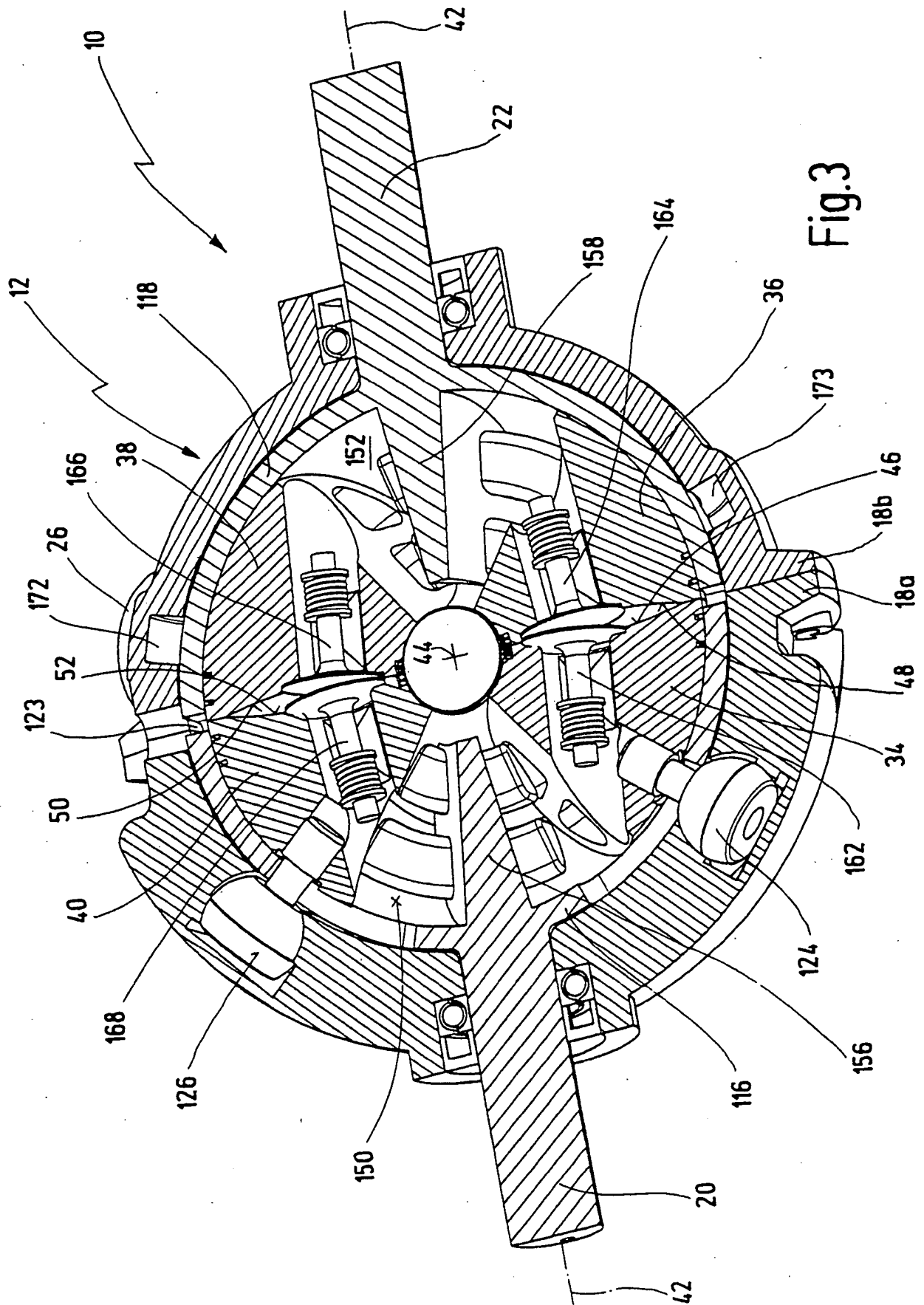
20. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufglied (124, 126) zwei in radialer Richtung bezüglich der Schwenkachse (44) benachbarte kugelschichtförmige Laufrollen (138, 140, 142, 144) aufweist, die unterschiedliche maximale Durchmesser aufweisen, wobei die Steuerkurve (136) entsprechend zwei zu den Laufrollen (138, 140, 142, 144) komplementäre in radialer Richtung benachbarte Steuerkurvenabschnitte (146, 148) aufweist.

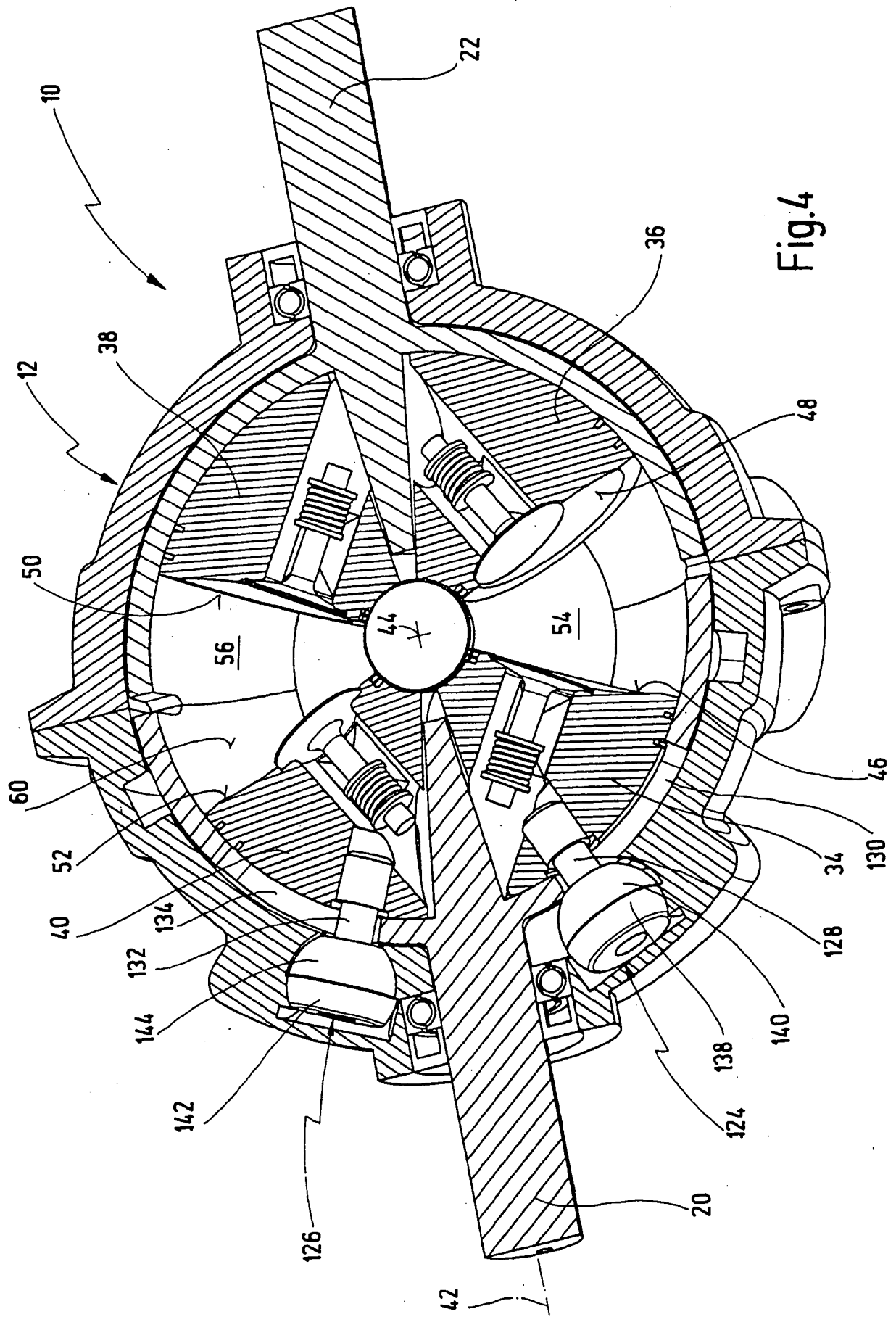
Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

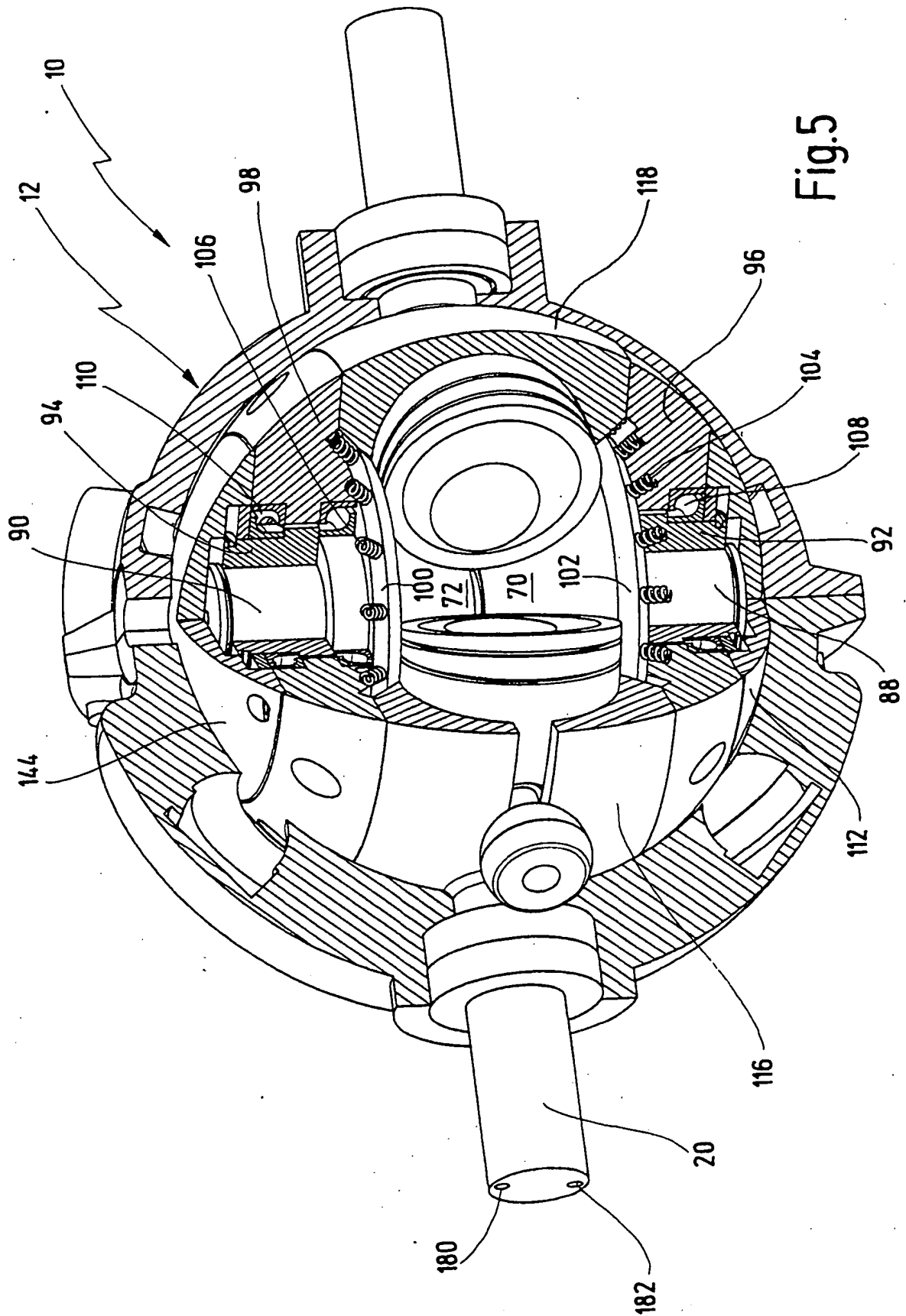
Anhängende Zeichnungen













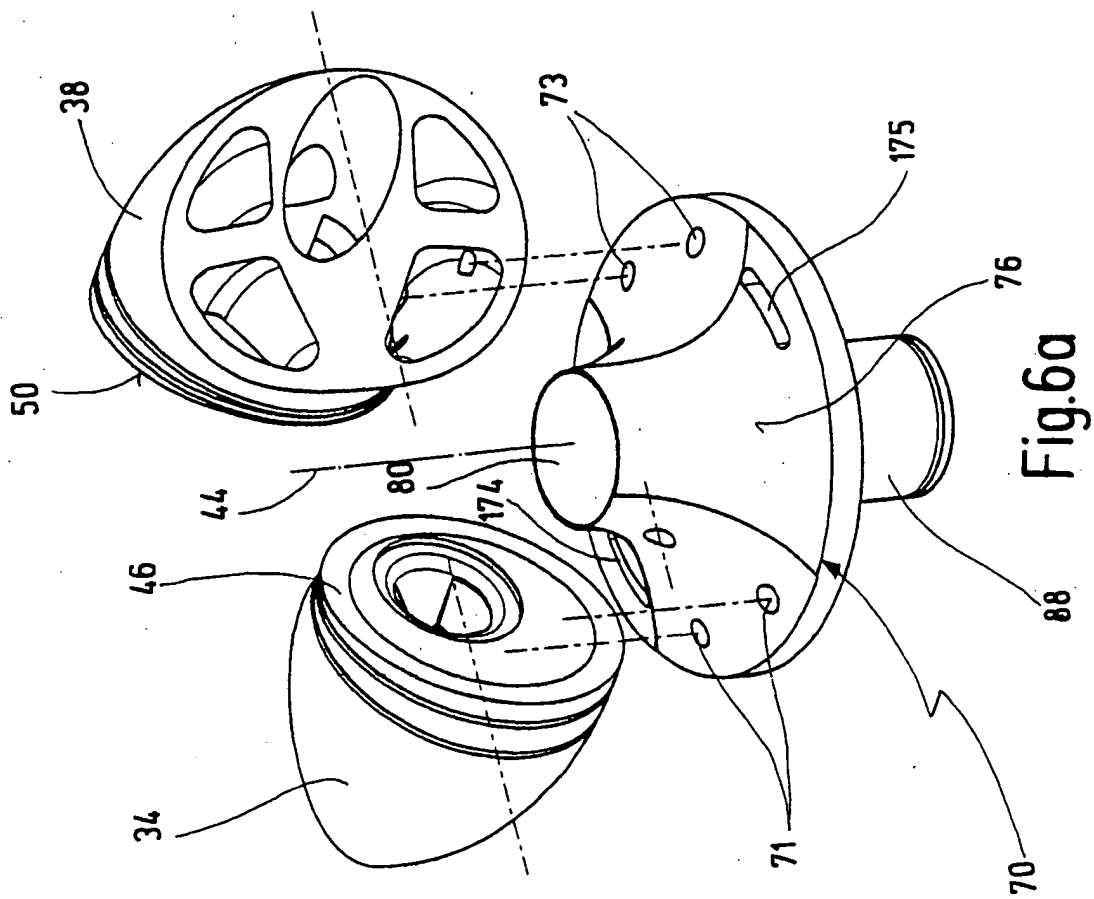


Fig. 6a

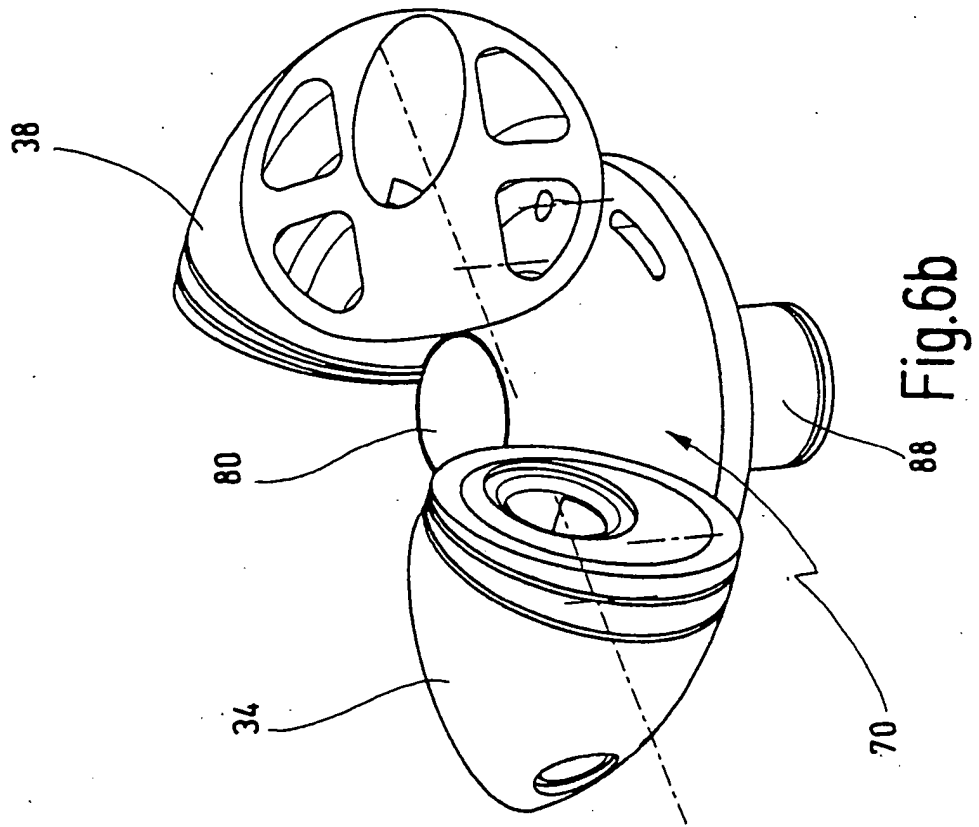


Fig. 6b

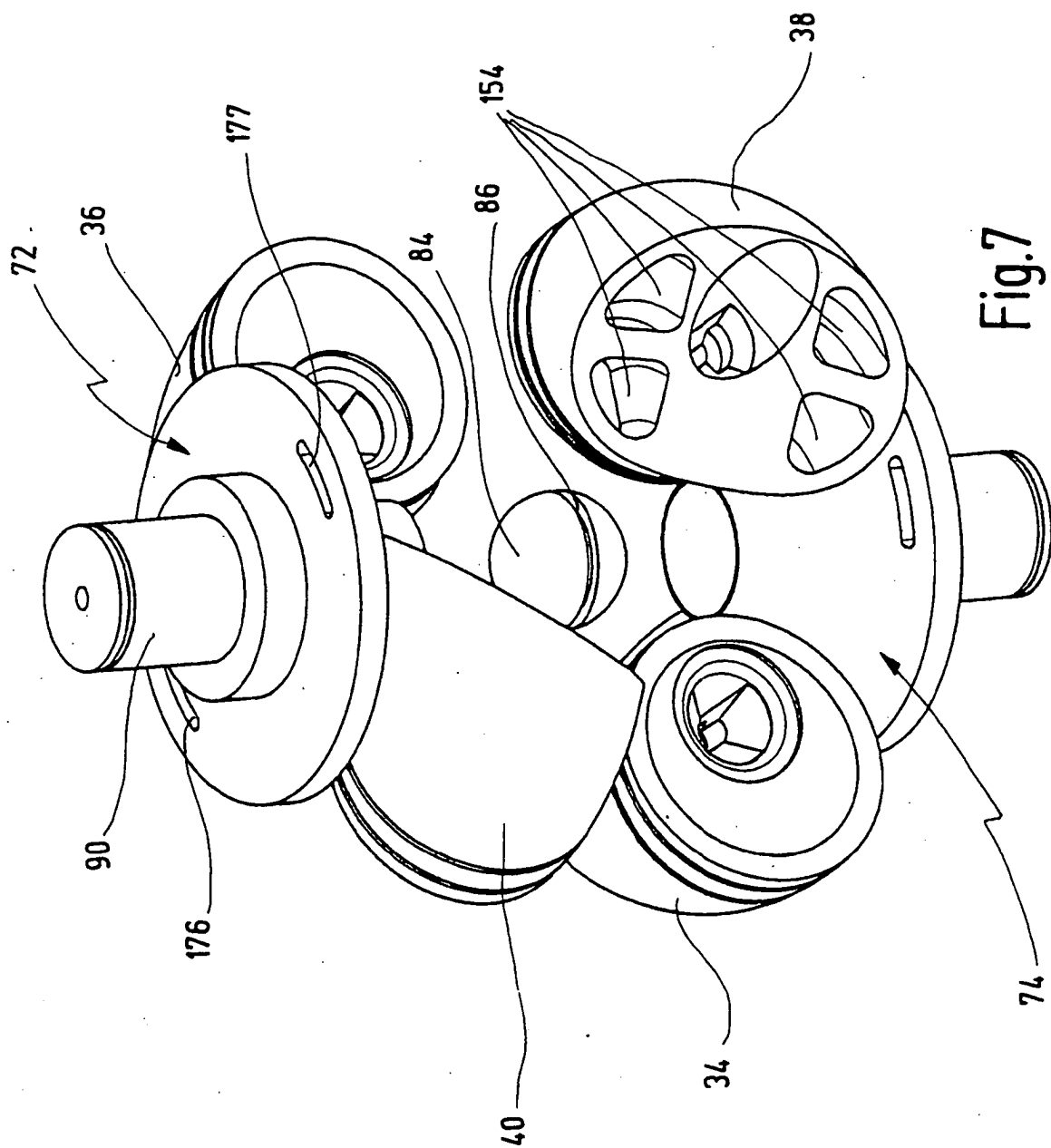
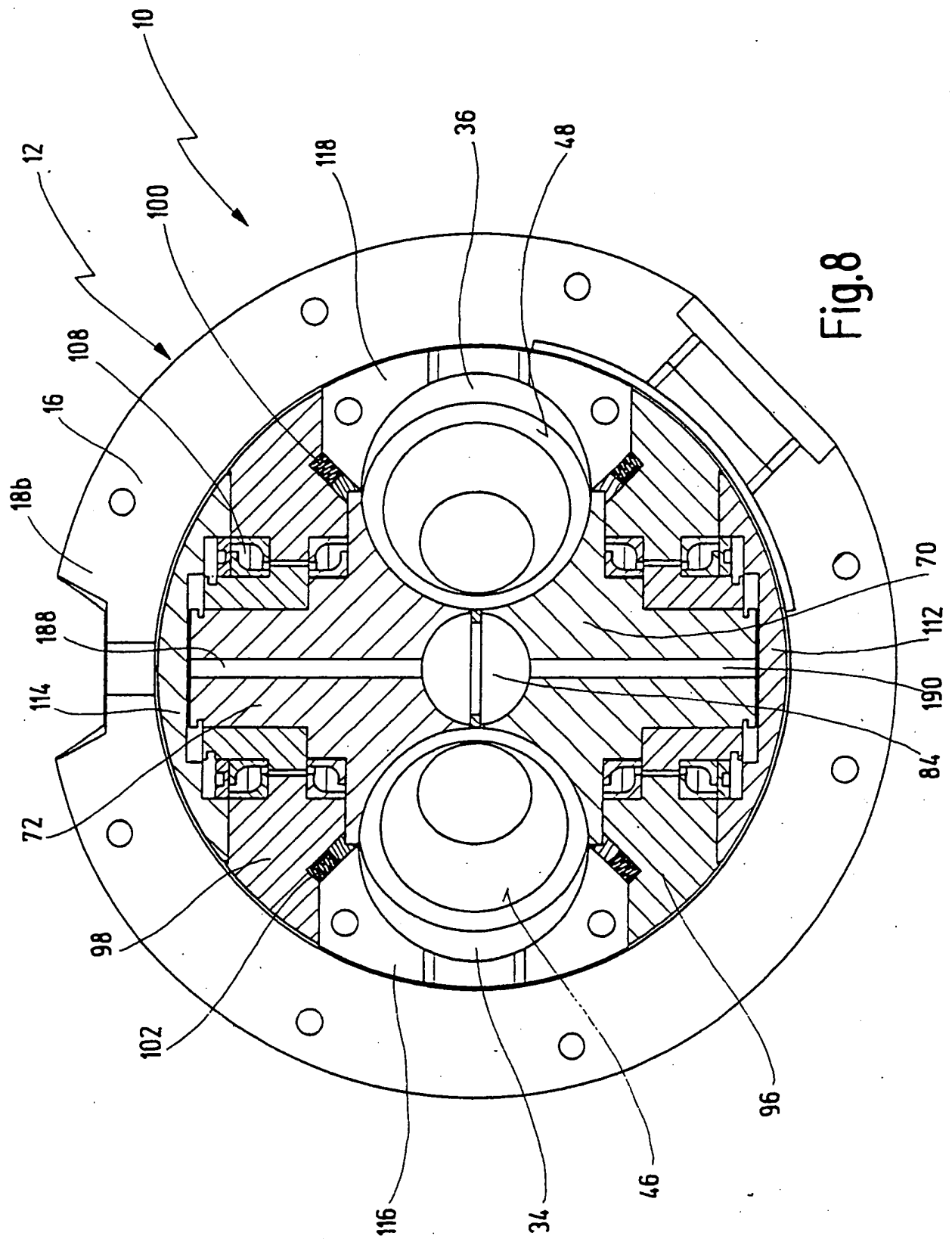


Fig.7



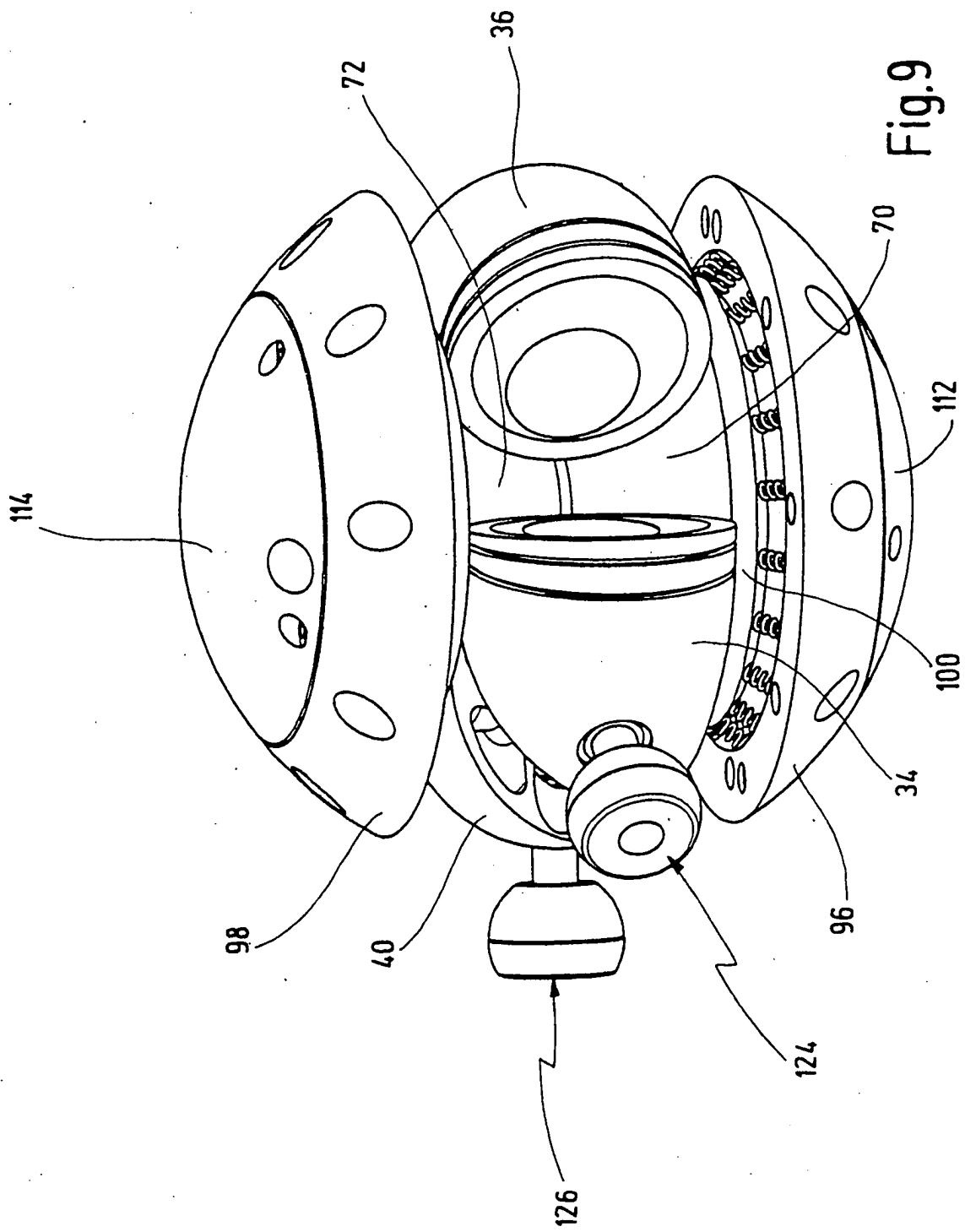


Fig.9

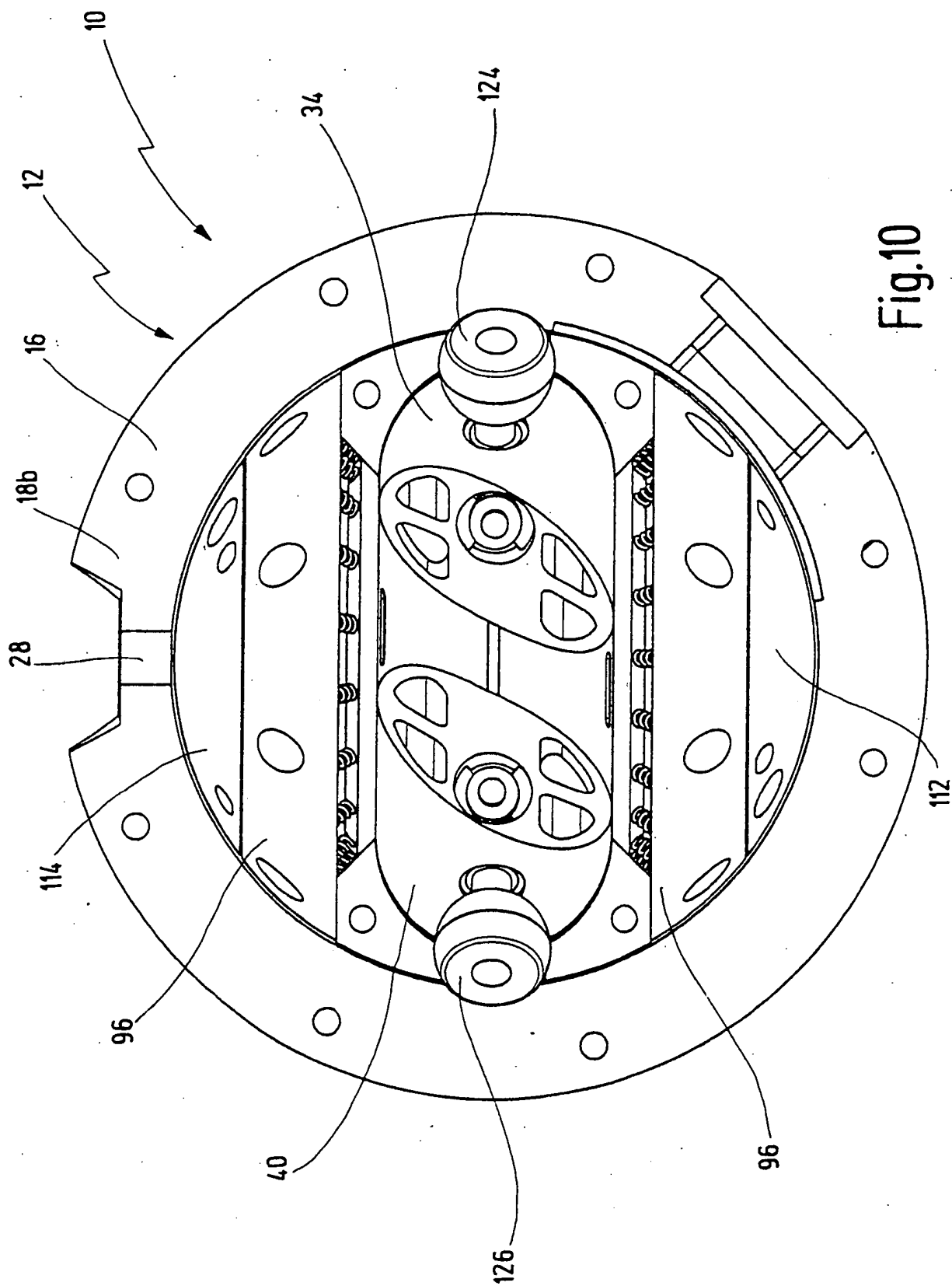


Fig.10

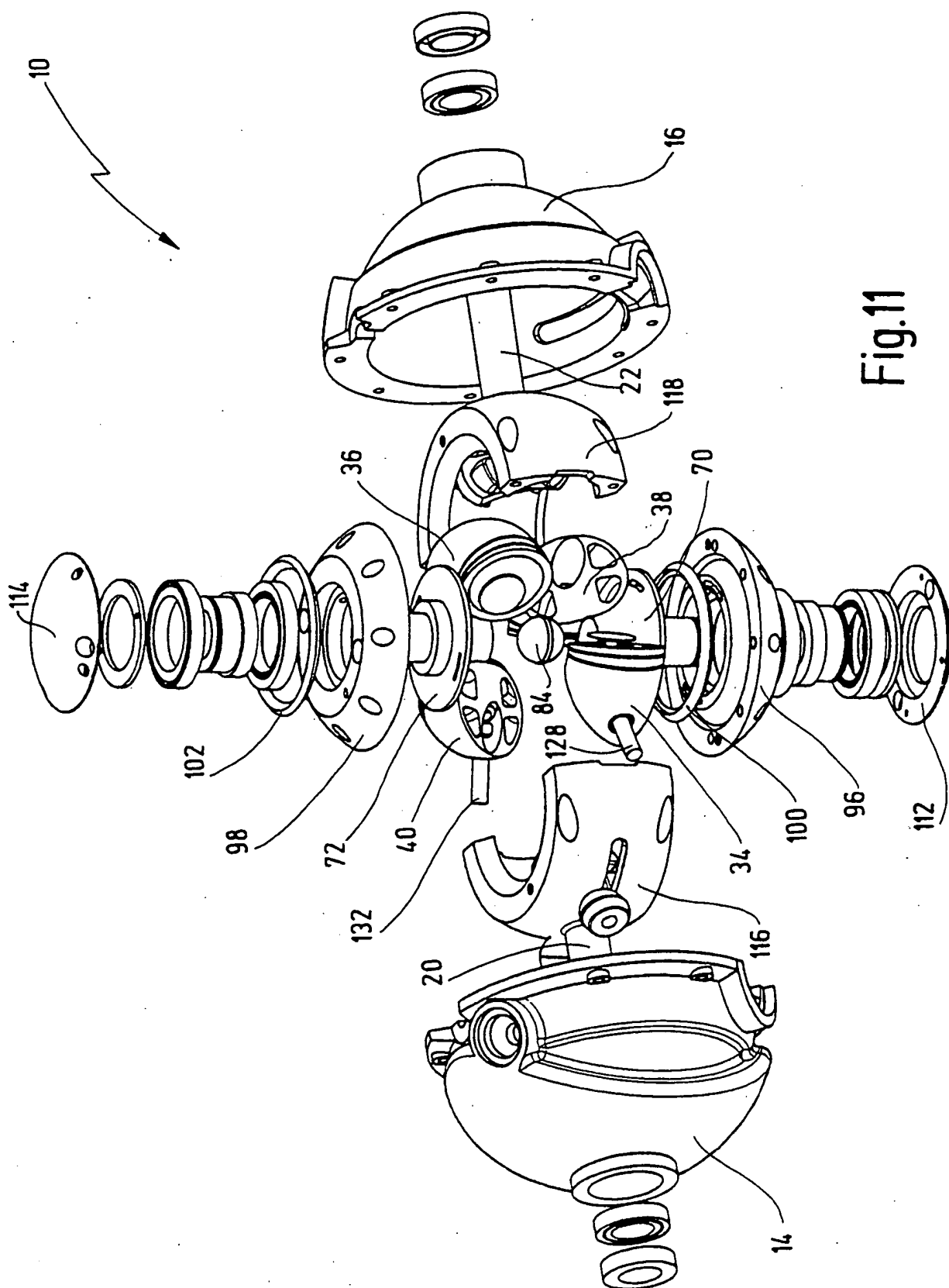


Fig.11

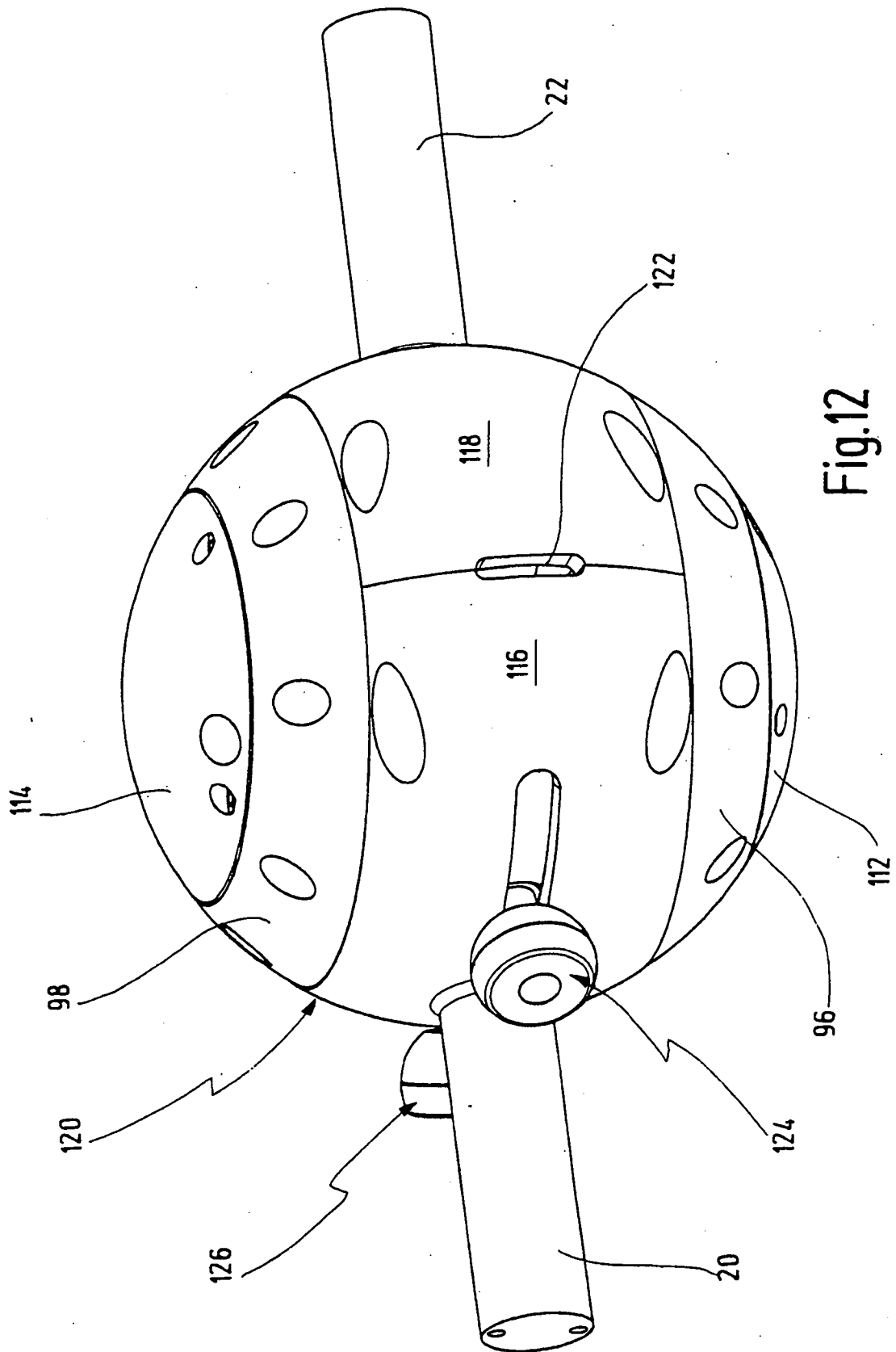


Fig.12

**PUB-NO:** DE102005038447B3  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** DE 102005038447 B3  
**TITLE:** TITLE DATA NOT AVAILABLE  
**PUBN-DATE:** January 25, 2007

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
HUETTLIN, HERBERT	DE

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
HUETTLIN HERBERT	DE

**APPL-NO:** DE102005038447

**APPL-DATE:** August 3, 2005

**PRIORITY-DATA:** DE102005038447A (August 3, 2005)